Botanische Beobachtungen auf Java.

(III. Abhandlung.)

Die Secretion des Palmweins und ihre Ursachen

von

Hans Molisch,

c. M. k. Akad.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag.

(Mit 1 Textfigur.)

I.

Wenn von dem Nutzen und der vielfachen Verwendung der für die Tropenvölker fast unersetzlichen Palmen gesprochen wird, so unterlässt man es nicht, auch auf die Gewinnung des Palmweins hinzuweisen, denn seit langer Zeit verstehen die Eingeborenen aus zahlreichen Palmen zu gewissen Zeiten Zuckersaft (Toddy) abzuzapfen, der, falls nicht Zucker daraus gewonnen wird, entweder direct oder nach durchgemachter Gährung als Wein getrunken oder zur Arrakbereitung verwendet wird. Solche weinliefernde Palmen sind: *Cocos nucifera, Phoenix dactylifera, Phoenix silvestris* (die wilde indische Dattelpalme), *Caryota urens, Borassus flabelliformis, Arenga saccharifera, Elaeis guineensis, Jubaea spectabilis* und einige andere.

Aus den Berichten verschiedener Reiseschriftsteller ist zu ersehen, dass der Zuckersaft nicht spontan, sondern erst nach Anbringung einer Verletzung und, wie es scheint, nur bei den zum Blühen sich anschickenden Palmen eintritt. Die Verletzung erfolgt entweder durch Abschneiden des Blüthenstandes oder durch Abschälen der Rinde knapp unter der Krone oder durch

Anbohren des Stammes daselbst. Mit Rücksicht auf die wilde indische Dattelpalme schildert Semler[1] den Vorgang in folgender Weise: »Die Vorbereitungen beginnen schon im October mit der Entfernung der unteren Blätter; diese dienen entweder als Brennmaterial oder werden zu Matten verwoben, aus welchen man Säcke für die Zuckerverpackung herstellt. Alsdann wird hart unter der Krone, an einer Stelle, die ungefähr 15 Zoll lang und 12 Zoll breit ist, die Rinde durchschnitten. Nach einer Woche ist diese Stelle trocken geworden, ihre obere Hälfte wird nun sorgfältig abgeschält, so tief, bis das weisse weiche Holz sichtbar wird. An dem unteren Theil der Blösse wird mit einem starken Messer ein stumpfer Winkel, dessen Schenkel 6 Zoll lang sind, eingeschnitten; die Spitze desselben ist abwärts gerichtet. Ungefähr einen halben Zoll tiefer wird ein gespaltenes, 7 bis 8 Zoll langes Bambusröhrchen in den Stamm gesetzt, damit es den Saft in das Zapfgefäss leite, wenn er aus der weissen Blösse träufelt und in dünnen, langsamen Strömen die beiden Winkelschenkel, wie durch zwei Entwässerungsgräben, herunterläuft. Wenn nicht genügend Saft aus der Blösse tritt, wird sie eine Woche unberührt gelassen, damit sie eintrockne; es wird dann an einer anderen Stelle der Versuch gemacht, Saft zu gewinnen. Wenn die Zapfstelle geschält und angeschnitten wird, bevor die äussere Rinde vollkommen trocken geworden ist, tritt eine Schwächung des Saftzuflusses ein und die Krone leidet Noth. Behutsam und möglichst oberflächlich muss der Bambussplitter eingesetzt werden, denn, wenn er zu tief eindringt, kann er den Tod des Baumes verursachen. Gewöhnlich wird die Ost- oder Westseite des Stammes angezapft, weil sie am meisten den Einwirkungen der Sonne ausgesetzt ist; zuweilen wird aber auch, des bequemeren Aufstieges wegen, die Nord- oder Südseite angezapft. Ein geneigt stehender Baum wird in der Regel an der oberen Seite angezapft, doch wird in diesem, wie in allen Fällen, die Willkür mit zunehmendem Alter der Bäume eingeschränkt. In jedem Jahr wird mindestens eine neue Zapfstelle geschält, was schliesslich dahin führt, dass der Stamm rundum angegriffen

[1] Semler H., Die tropische Agricultur. Wismar, 1886, I. Bd., S. 617.

werden muss...... Die Winkeleinschnitte werden spät am Nachmittag gemacht, zugleich werden die Töpfe aufgehängt und ein ekelerregendes Blatt der giftigen *Arum purmula* eingelegt, falls während der Nacht der Besuch von Näschern zu befürchten ist.«

In derselben Weise wie bei *Phoenix silvestris* soll auch der Saft von *Caryota urens* und *Borassus flabelliformis* abgezapft werden. Bei *Phoenix dactylifera* gewinnt man nach Semler den Zuckersaft, »indem man am Stammkopfe ein Loch bohrt und ein Bambusröhrchen hineinsteckt«.

Auf die Saftgewinnung bei *Cocos* und *Arenga*, welche ich selbst an Ort und Stelle zu studiren Gelegenheit hatte, komme ich später noch zurück.

Die Zuckersaftmengen, welche aus den genannten Palmen hervorströmen, sind im Allgemeinen recht beträchtlich, in vielen Fällen geradezu überraschende. Wie ich aus Semler's Werke[1] entnehme, beträgt bei *Phoenix dactylifera* die tägliche Menge 8—10 *l*, bei *Phoenix silvestris* in der ersten Nacht 7—9 Seers, ein vollsaftiger Baum kann in 50 Nächten 240 Seers liefern. Ein einzelner Blüthenstand von *Arenga saccharifera* lässt durch 3 Monate täglich durchschnittlich etwa 3 *l* ausströmen, und sobald ein Blüthenkolben erschöpft ist, wird wieder ein anderer angezapft. Eine der ergiebigsten Palmen mit Rücksicht auf die Saftgewinnung ist aber *Caryota urens*, denn ein Blüthenstand kann in einem einzigen Tage nach Semler 50 *l* abtropfen lassen.

Die ausgiebige Ausscheidung von Zuckersaft durch Palmen wurde ohne Weiteres als eine Folge von Wurzeldruck betrachtet und mit dem Bluten der Birke, des Zuckerahorns und des Weinstockes in eine und dieselbe Kategorie von Erscheinungen gestellt. In dem Capitel »Auftrieb des Wassers durch die Wurzel[2]« äussert sich Sachs in seiner Experimentalphysiologie folgendermassen: »Das Bluten abgeschnittener eingewurzelter Stämme wurde vielfach als eine Eigenthümlichkeit einer geringen Anzahl von Pflanzen betrachtet, in denen man sie

---

[1] Semler H., l. c.

[2] Sachs J., Experimentalphysiologie. Leipzig, 1865, S. 201.

nur im Frühjahr vorhanden glaubte. Schon die Beobachtungen an den reichlich Saft liefernden Lianen tropischer Länder, die Gewinnung des Palmensaftes aus Wunden ihrer Stämme, die Gewinnung des Saftes der Agaven u. s. w. musste zeigen, dass die Erscheinung eine weitverbreitete und nicht an eine bestimmte Jahreszeit gebunden ist.«

Unter Bluten versteht Sachs hier das Austreten von Saft in Folge von Wurzeldruck.

Auch Noll[1] gibt der herrschenden Meinung Ausdruck, wenn er die Secretion des Palmweins als in erster Linie durch Wurzeldruck hervorgerufen hinstellt.

Drei Thatsachen waren es vornehmlich, welche in mir den Verdacht erweckten, dass die Zuckersaftausscheidung der Palmen nicht eine Folge des Wurzeldruckes sei. Der Palmwein wird auf Java, soweit ich beobachten konnte, durch Abschneiden oder Beschneiden der jungen Blüthenstände gewonnen. Zweimal des Tages, Morgens und Abends, klettern die Eingeborenen auf Ceylon und Java den Stamm hinauf, um den im Bambusrohr aufgefangenen Zuckersaft herunterzuholen. Wenn der Zuckersaft durch den Wurzeldruck emporgepresst würde, wären doch die Singhalesen und Javaner bei ihrem ausserordentlichen Spürsinn, den ich so vielfach und oft bewundern gelernt hatte, gewiss darauf verfallen, in den Stamm ein Loch zu bohren, etwa wie wir es bei Gewinnung des Birken- und Ahornsaftes zu thun pflegen, anstatt sich die grosse Mühe zu nehmen, täglich zweimal die oft 10—30 *m* hohen Palmen zu erklimmen. Aus einem Bohrloch im unteren Theil des Stammes müsste der Saft noch viel reichlicher und mit grösserem Drucke ausfliessen, falls der Wurzeldruck die Ursache der Blutung wäre.

Ferner spricht gegen die allgemeine Auffassung auch die meist bedeutende Höhe der Wein liefernden Palmen. Der Blutungsdruck der Birke und des Weinstockes, also jener heimischen Pflanzen, die zu unseren besten Blutern gehören, beträgt in den unteren Regionen des Stammes in günstigen

---

[1] Noll F., Lehrbuch der Botanik von Strasburger, Noll, Schenck und Schimper, III. Aufl., Jena, 1898, S. 152.

Fällen etwa $1^1/_2$—2 Atmosphären,[1] in den obersten Theilen des Stammes natürlich nur einen geringen Theil davon. Nun erreicht *Arenga saccharifera* eine Höhe von 16—19 *m*, *Borassus flabelliformis* 8—22 *m* und *Cocos nucifera* gewöhnlich eine Höhe von 19—28 *m*. Wäre die heute allgemein angenommene Ansicht richtig, dann müsste der Wurzeldruck sich bei den Palmen in Gegensatz zu den bisherigen Beobachtungen bei anderen Pflanzen bis zu der so bedeutenden Höhe der Blüthenstände geltend machen.

Hiezu kommt noch ein dritter Umstand, der mich in meinem Zweifel nur noch bestärkte. Weinstock, Birke, Ahorn und einige andere Holzgewächse bluten unter natürlichen Verhältnissen nur in unbelaubtem Zustande nämlich vor dem Laubausbruch; in vollem Blätterschmuck hingegen ist nicht nur kein Blutungsdruck sondern sogar in Folge ausgiebiger Transpiration ein negativer Druck der Gefässluft leicht zu beobachten. Ich habe allerdings in den Tropen auch Holzgewächse kennen gelernt, die auch im Zustande voller Belaubung stark bluten und starke Blutungsdrucke aufweisen, allein nur dann, wenn die Luft ausserordentlich feucht und die Transpiration eine sehr geringe war.[2] Sobald solche Gewächse vom Sonnenlicht direct getroffen werden, sinkt der Blutungsdruck, er wird nach und nach Null oder geht sogar in negativen Druck über.

Bei den Palmen findet aber das Ausfliessen des Zuckersaftes auch zu jener Zeit statt, wenn ihre Kronen dem stärksten directen Lichte der Tropensonne ausgesetzt sind und die im Winde sich bewegenden Blätter erheblich transpiriren.

Um der Sache auf den Grund zu kommen, beschloss ich denn, während meines Aufenthaltes auf Java 1897/98 Versuche

---

[1] Erheblich grössere Blutungsdrucke, sogar bis über 8 Atmosphären, aber ohne entsprechenden Ausfluss, hat Figdor in den Tropen bei verschiedenen Dicotylen beobachtet; bei Palmen waren die beobachteten Drucke unbedeutend. Bezüglich der Details vergleiche die sorgfältige Abhandlung: W. Figdor, Untersuchungen über die Erscheinung des Blutungsdruckes in den Tropen. Diese Berichte, Bd. CVII, Abth. I, Juni 1898.

[2] Molisch H., Über das Bluten tropischer Holzgewächse im Zustande völliger Belaubung. Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Supplément II, p. 23—32.

über die angedeutete Frage zu machen, die auffallenderweise, obwohl doch das Abzapfen der Palmen gewiss seit uralten Zeiten von tropischen Naturvölkern ausgeübt wird und auf Ceylon, Java und Borneo, wie denn im Tropengürtel überhaupt, zu den gewöhnlichsten alltäglichen Proceduren gehört, noch von keinem Botaniker aufgeworfen, geschweige denn studirt wurde.

II.

Versuche.

Meine Experimente erstrecken sich auf die beiden auf Java hauptsächlich zur Zuckersaftgewinnung benützten Palmen: auf *Cocos nucifera* und *Arenga saccharifera*.

Wäre Wurzeldruck bei der Zuckersecretion im Spiele, dann müsste aus Bohrlöchern, die im Stamme unten gemacht werden, reichlich Saft ausfliessen und eingesetzte Manometer müssten bedeutende Drucke erkennen lassen.

Ich habe sowohl im Botanischen Garten zu Buitenzorg, als auch im Culturgarten zu Tjikeumeuh zahlreiche Cocospalmen in Brusthöhe mit dem Pressler'schen Bohrer bis zu verschiedener, oft bedeutender Tiefe (7 *cm*) angebohrt, doch stets mit negativem Resultat. Niemals quoll, wie dies bei unserer Birke und dem Weinstock im Frühjahre vor dem Laubausbruch der Fall ist, Saft heraus; das Loch blieb gewöhnlich trocken, nach regenreichen Tagen war es mitunter höchstens etwas nass.

Von vorneherein wäre möglicherweise Bluten, da es sich vielleicht um eine periodische Erscheinung handelt, nur zu erwarten gewesen, wenn der betreffende angebohrte Cocosbaum gerade Blüthenkolben in zum Bluten geeigneten Zustande besessen hätte. Ich habe speciell darauf mein Augenmerk gerichtet und auch solche Cocospalmen angebohrt, welche Blüthenstände in verschiedenem Entwicklungszustande aufwiesen und gerade Zuckersaft oben in der Krone reichlich abschieden. Solche Palmen zu finden ist nicht schwer, da ein und dasselbe Individuum, sobald es sich überhaupt zum Fruchttragen anschickt, gewöhnlich Übergänge von aufbrechenden Blüthenkolben bis zu Fruchtständen mit reifen Früchten durch lange Zeit darbietet. Doch auch bei solchen Palmen,

welche in der Krone eben Zuckersaft reichlich ausschieden, konnte Bluten im basalen Theile des Stammes (Brusthöhe) weder durch Anbringung von Bohrlöchern noch durch Verletzungen etwa durch Einschnitte nachgewiesen werden.

Eingesetzte Manometer zeigten auch keinen Blutungsdruck in den ersten drei Wochen an; sowohl die geschlossenen, als auch die offenen Glasmanometer zeigten, obwohl für exacten luftdichten Verschluss gesorgt wurde, einen nahezu gleichen Stand der Quecksilbersäule; die täglichen Schwankungen betrugen nur wenige Millimeter, die mit entsprechenden Temperaturschwankungen correspondirten.[1]

Überdies liess ich am 24. December 1897 eine etwa 12 Jahre alte, mit mächtiger Blattkrone versehene Cocospalme, deren Blätter im Mittel etwa 7 Schritte lang waren, fällen. Der Stamm wurde knapp über dem Wurzelhals, wo die Dicke 43 *cm* betrug, abgeschnitten. Über der Schnittfläche wurde ein schützendes Dach gemacht, die Schnittfläche selbst noch mit einem über den Rand ausgreifenden Blechdeckel bedeckt, so dass weder directes Sonnenlicht, noch der fast täglich niedergehende Nachmittagsregen den Stammstumpf treffen konnte.

Der Stamm enthält in der äussersten Peripherie keine Stärke, centripetal nimmt der Stärkegehalt zu, so dass man im centralen Stammparenchym ziemlich viel davon vorfindet. Nachdem ich die Schnittfläche geglättet, trat kein Saft heraus; sie blieb auch mehrere Stunden darauf nur feucht, stellenweise nass. Nach 24 Stunden bot die Wundfläche denselben Anblick, nach 48 Stunden gleichfalls, nur hatten sich inzwischen reichlich Colonien von Bakterien gebildet. Am 3. Jänner 1898 war die Querfläche nass, schleimig, etwas schwitzend. Von einem eigentlichen Fliessen, wie man es unter den obwaltenden, für das Bluten so günstigen Bedingungen hätte erwarten müssen,

---

[1] Figdor beobachtete (l. c. Tabelle I) kleine positive Blutungsdrucke im Stamme von *Cocos* und *Oreodoxa*, nachdem die Manometer bereits einen Monat eingesetzt waren. An der Richtigkeit dieser Beobachtungen zu zweifeln, habe ich keinen Grund, allein über die Natur dieses Blutungsdruckes bin ich anderer Meinung als der genannte Autor und werde an anderem Orte darauf speciell zurückkommen.

falls Wurzeldruck in erheblichem Maasse vorhanden gewesen wäre, war nichts zu bemerken.

Da in dem Schleime viele Bakterien, Hefepilze, Infusorien und riesige Rüsselkäfer sich breit machten und die Gefässlumina möglicherweise verlegt waren, so erneuerte ich mit einem Hackmesser die Schnittfläche, glättete und trocknete sie mit Filtrirpapier. Es kam aber auch jetzt zu keinem Bluten, die Wundfläche wurde höchstens nass. Ich setzte die Beobachtung unter mehrmaliger Erneuerung der Stammquerfläche bis zum 22. Jänner fort, ohne aber mehr als ein Schwitzen derselben feststellen zu können.

Ganz dieselben Versuche wie mit *Cocos* machte ich auch mit *Arenga*, und zwar mit im Wesentlichen gleichen Resultate.

Ein etwa 8 *m* hohes Exemplar von *Arenga* wurde 1 *m* über dem Boden geköpft. An der Schnittfläche war der Stamm inclusive Blattscheiden 30 *cm*, ohne Scheiden 16 *cm* dick. Nach der Köpfung floss kein Saft heraus. Ich bedeckte die Wundfläche mit einer Glasglocke, um die Verdunstung der etwa hervorquellenden Flüssigkeit zu verhindern, konnte aber trotzdem selbst nach 24 Stunden keine Blutung constatiren. Die Schnittfläche war feucht, und aus den Blattscheiden kamen Schleimtröpfchen hervor. In den folgenden Tagen blieb Alles wie vorher, nur der Schleim war inzwischen bis zu haselnussgrossen gallertigen Massen aus den Scheiden ausgetreten. Da sich wieder Bakterien und Rüsselkäfer einstellten, kappte ich etwa 5 *cm* tiefer nochmals den Stamm, ohne aber in der Folgezeit Blutung wahrnehmen zu können.

Bei einer zweiten, 10 *m* hohen *Arenga*, deren Stammdicke 1 *m* über dem Boden 25 *cm* und inclusive Blattscheide 36 *cm* betrug, wurde der eigentliche Stamm, nachdem an der betreffenden Stelle die Blattscheiden entfernt worden waren, 1 *m* über dem Boden 5 *cm* tief geringelt. In den folgenden Tagen trat aus der Wunde zwar etwas gallertartiger Schleim, jedoch nur ganz wenig Saft heraus, so dass diese zu schwitzen schien. Von einem Fliessen oder Tropfen des Saftes, wie es bei stärkerem Wurzeldruck zu erwarten gewesen wäre, konnte auch hier nicht die Rede sein.

III.

III. Versuche mit *Cocos nucifera.*

Nach diesen orientirenden Versuchen über Wurzeldruck im basalen Theile des Stammes ging ich nun daran, das Ausfliessen des Zuckersaftes aus den Blüthenständen selbst zu studiren.

Es sei gleich bemerkt, dass solche Experimente mit ganzen Cocospalmen, deren Kronen oft 20 *m* hoch waren und deren Blüthenstände abgezapft werden sollten, nicht sehr leicht ausgeführt werden können. Sie erfordern erst die Palmen selbst. Diese repräsentiren einen relativ bedeutenden Werth, ferner erfordern die Versuche mehrere Diener und gewisse Utensilien, die im javanischen Kampong nicht immer zu erhalten sind. Alle diese Schwierigkeiten konnte ich nur überwinden dank der ausserordentlichen Zuvorkommenheit des Herrn Dr. G. van Romburgh, Chef der III. Abtheilung im Buitenzorger Garten, der als Leiter des Culturgartens in Tjikeumeuh mir bei Beschaffung der nöthigen Palmen so sehr behilflich war, dass ich ihm zu grossem Danke verpflichtet bin.

Als erste Versuchspflanze diente mir eine Cocospalme, deren Höhe etwa 15 *m* und deren Stammdicke 1 *m* über dem Boden 36 *cm* betrug. Etwa 22 Blätter bildeten die mächtige Krone, in deren Innerem 8 in verschiedenen Entwicklungsstadien befindliche Blüthen-, beziehungsweise Fruchtstände vorhanden waren.

Am 22. December 1897 wurde Vormittags bei trübem Himmel nach einem sehr regenreichen Tage, nachdem das Innere der Blattkrone gereinigt und einige alte Blätter abgeschnitten worden waren, ein aus männlichen und weiblichen Blüthen bestehender junger Kolben, dessen Scheide gerade aufgesprungen war, mit einem scharfen Messer abgeschnitten. Aus der Schnittwunde quoll kein Saft hervor. Gleich nach der Amputirung wurde der zurückbleibende Stummel durch ein grosses, dicht anliegendes Kautschukrohr mit einem Bleirohr verbunden, welches längs des Stammes bis zur Stammbasis reichte und hier in eine grosse Flasche eingeführt wurde. Es braucht wohl nicht erst betont zu werden, dass die Verbindung

mit dem Hauptstamm und dem Rohr bis zur Flasche so durchgeführt war, dass kein Saft verloren gehen konnte. Um das Aufklettern zur Krone zu ermöglichen, hacken die Eingeborenen bis hinauf seichte Stufen[1] in dem Baumstamm ein. Aus solchen Stufen fliesst, nebenbei bemerkt, kein Saft heraus. Wäre im Stamme ein von der Wurzel ausgehender, bedeutender osmotischer Druck vorhanden, dann müssten solche Stufen, in welche zahlreiche geöffnete Gefässe münden, bluten. Davon habe ich aber nie etwas bemerkt.

Zu meiner und Anderer Überraschung floss in den folgenden 22 Tagen aus dem Kolbenstummel kein Saft heraus.

Bei Wiederholung dieses Versuches mit mehreren Blüthenständen bekam ich dasselbe negative Resultat, die Wunden blieben trocken. Bei dem Abzapfen verfuhren wir so, wie es uns ein Eingeborener lehrte und wie es auch Semler[2] schildert: »Vorzugsweise in Süd-Asien und am häufigsten in Ceylon wird die Cocospalme zur Gewinnung von Toddy benützt. In der Regel werden Bäume diesem Zwecke ausschliesslich gewidmet, man lässt sie daher nicht zur Production von Früchten kommen. Sobald die Blüthenstengel erscheinen, werden sie abgeschnitten, und man hängt ein Gefäss zum Auffangen des Saftes auf, der in Ceylon »Toddy« genannt wird. Nur während der Regenzeit wird Toddy gezapft, und wenn er 6 Monate lang einem Baume entströmt ist, muss demselben 4—5 Jahre Ruhe gegönnt werden, damit er nicht an Erschöpfung eingeht...... Zuweilen werden nur zwei oder drei Blüthenstengel eines Baumes zur Toddygewinnung abgeschnitten, was aber von erfahrenen Pflanzern nicht gebilligt wird, indem sie behaupten, ein solcher Baum brächte nur verkrüppelte Früchte hervor; eine Cocospalme könne entweder nur zur Toddy- oder zur Fruchtproduction dienen.«

Also auch nach der Schilderung Semler's handelte es sich bei dem Abzapfen lediglich um das Abschneiden des jungen Blüthenstandes; allein ich konnte auf diese Weise

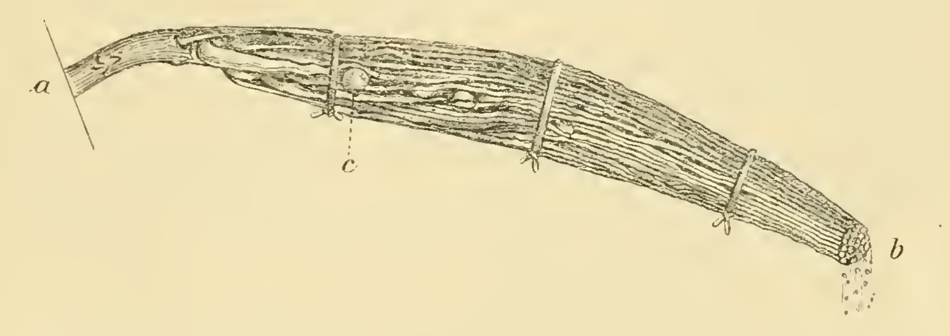
---

[1] Es verdient hervorgehoben zu werden, dass Palmen, soweit ich beobachten konnte, Stammwunden nicht durch Überwallungen auszuheilen pflegen.

[2] L. c. I. Bd., S. 596.

keinen Zuckersaft gewinnen. Schliesslich stellte sich heraus, dass der Malaye, welcher uns die Operation zeigte, früher niemals *Cocos* angezapft hatte, und es war daher meine nächste Sorge, einen Eingeborenen aufzutreiben, welcher in der Zuckersaftgewinnung von Cocospalmen Erfahrung hatte. Einen solchen hatte ich auch bald in der Person eines Sundanesen gefunden, der, im Dienste eines Chinesen stehend, täglich etwa 45 Cocospalmen abzuzapfen und den Saft zu sammeln hatte. Der letztere dient hauptsächlich zum Süssen des Teiges und als Heiltrank.

Ich beobachtete nun genau, wie der in der Toddygewinnung ausserordentlich geübte und praktische Malaye vorging. Er kletterte mit überraschender Gewandtheit, nur mit den Füssen und Händen sich haltend und stüzend, die Palme hinauf und suchte in der Krone nach solchen Blüthenständen, die in der



Junger amputirter Blüthenkolben von *Cocos nucifera*, von der Scheide befreit, an drei Stellen zusammengebunden, um das Auseinanderklaffen der Blüthenspindeln zu verhüten. *a* Basis des Kolbens; *b* Amputationsstelle, die durchschnittenen Spindeln lassen Zuckersaft abtropfen; *c* weibliche Blüthe, die männlichen Blüthen sind fortgelassen. Der Blüthenstand siebenmal verkleinert.

Scheide noch völlig eingeschlossen, aber dem Aufbrechen nahe waren. Eine solche Scheide ist etwa 1 *m* lang. Ist ein passender Blüthenstand gefunden, so schneidet er die Spitze der Spatha ab, führt in dieser von oben bis unten (zur Basis) mit dem Messer einen Längsschnitt und schneidet die Scheide, nachdem er sie aufgeklappt, ab, so dass nun der junge Blüthenstand, dessen einzelne Verzweigungen noch der Hauptspindel anliegen, nackt zu Tage liegt. Nun wird das obere Ende des ganzen Blüthenstandes in einer Länge von etwa 6 *cm* mittelst eines Schnittes entfernt, hierauf der zurückbleibende Blüthenstand mittelst Cocosblattfiedern an drei Stellen zusammengebunden — siehe die obenstehende Figur — und unter dem

oberen Ende ein Bambusrohr zum Auffangen des Zuckersaftes befestigt.

Jeden folgenden Tag wird dann Morgens und Abends neuerdings durch einen Schnitt ein etwa $^1/_2$ *cm* langes Stückchen von jeder Spindel abgetragen, und dies wird durch 4—5 Tage fortgesetzt. Dann erst beginnt der Saft zu fliessen; vor dem vierten bis fünften Tage bleiben die Schnittflächen der Spindeln entweder trocken oder sie schwitzen nur ein wenig. Ich liess mir eine Bambusleiter anfertigen und stieg auf derselben bis zur Krone hinauf, um die Procedur des Abzapfens selbst controliren zu können.

Die Amputation erfolgte bei einem Blüthenstande am 5. Jänner. Am 9. Jänner tropfte es bereits stark und den nächsten Tag noch stärker. Von jetzt an wurde das Bambusrohr täglich zweimal nämlich Früh und Abends entleert, die Menge des ausgeflossenen Zuckersaftes gemessen und bei dieser Gelegenheit die alten Schnittflächen der Blüthenspindeln durch Abtragen eines $^1/_2$ *cm* langen Stückes auch täglich zweimal erneuert.

Der in der angegebenen Weise amputirte Blüthenstand meiner Versuchspalme lieferte:

Von	10^h a. m.	9. Jänner	bis	10^h a. m.	10. Jänner	 166	*cm*³ Saft
»	10^h a. m.	10. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	10. »	 137	»
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	10. »	»	12^h a. m.	11. »	 280	»
»	12^h a. m.	11. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	11. »	 36	»
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	11. »	»	$10^1/_2{}^h$ a. m.	12. »	 410	»
»	$10^1/_2{}^h$ a. m.	12. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	12. »	 165	»
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	12. »	»	10^h a. m.	13. »	 540	»
»	10^h a. m.	13. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	13. »	 225	»
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	13. »	»	$^1/_2 11^h$ a. m.	14. »	 560	»
»	$^1/_2 11^h$ a. m.	14. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	14. »	 255	»
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	14. »	»	$^1/_2 12^h$ a. m.	15. »	 620	»
»	$^1/_2 12^h$ a. m.	15. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	15. »	 275	»
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	15. »	»	$^1/_2 11^h$ a. m.	16. »	 660	
»	$^1/_2 11^h$ a. m.	16. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	16. »	 542	
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	16. »	»	$^1/_2 12^h$ p. m.	17. »	 250	»
»	$^1/_2 12^h$ a. m.	17. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	17. »	 96	»
	$^1/_2 7^h$ p. m.	17. »	»	$^1/_2 11^h$ a. m.	18. »	 404	»
	$^1/_2 11^h$ a. m.	18. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	18. »	 170	»
»	$^1/_2 7^h$ p. m.	18. »	»	$^1/_2 11^h$ a. m.	19. »	 262	»
»	$^1/_2 11^h$ a. m.	19. »	»	$^1/_2 7^h$ p. m.	19. »	 200	»

Von	1/2 7h p. m.	19. Jänner	bis	1/2 11h a. m.	20. Jänner	. . . .	345 cm^3	Saft
»	1/2 11h a. m.	20. »	»	7 1/2h p. m.	20. »	. . . .	146	»
»	7 1/2h p. m.	20. »	»	1/2 11h a. m.	21. »	. . . .	354	»
»	1/2 11h a. m.	21. »	»	7 1/2h p. m.	21. »	. . . .	130	»
»	7 1/2h p. m.	21. »	»	1/2 11h a. m.	22. »	. . . .	260	»
»	1/2 11h a. m.	22. »	»	1/2 7h p. m.	22. »	. . . .	150	»
»	1/2 7h p. m.	22. »	»	1/2 11h a. m.	23. »	. . . .	265	»

Es wurden daher innerhalb 14 Tagen von einem Blüthenstand gegen 8 *l* Zuckersaft abgesondert, also durchschnittlich pro Tag 0·57 *l*. Wahrscheinlich hätte die Secretion noch länger gewährt, allein ich wollte den Blüthenstand noch zu einem Versuch benützen, der für meine Auffassung vom Bluten der Blüthenstände von grosser Wichtigkeit zu werden versprach, und unterbrach daher den Versuch.

Ich schnitt den Blüthenstand nun völlig ab, stellte die Basis der Hauptaxe sofort in ein Gefäss mit Brunnenwasser, machte an den Enden der einzelnen Spindeln neue Schnittflächen und bedeckte den ganzen Blüthenkolben, um seine Transpiration möglichst zu hemmen, ringsherum mit feuchtem Filtrirpapier. Die Spindeln tropften langsam weiter fort. Nun befestigte ich an eine amputirte Spindel luftdicht ein offenes Quecksilbermanometer, dessen kürzerer Schenkel oberhalb des Quecksilbers absichtlich nicht mit Wasser gefüllt wurde, um ein etwaiges Aufsaugen des Wassers durch die sehr zuckerreichen Spindeln zu verhindern. Schon nach 2 Stunden war das Quecksilber in dem längeren offenen Schenkel um 4 *cm* höher als in dem kürzeren, nach 24 Stunden sogar um 10 *cm* höher. Die anderen Spindeln lieferten innerhalb dieser Zeit zusammen 75 cm^3 Zuckersaft. Der am Baume verbliebene Kolbenstummel blieb feucht, tropfte aber nicht.

Bevor ich auf die Discussion dieser Versuchsresultate eingehe, seien noch folgende Versuche aus meinem Protokolle mitgetheilt.

Versuch. Am 6. Jänner 1898 wurde bei einer anderen Cocospalme die Procedur der Amputation in der beschriebenen Weise vorgenommen. Am 10. Jänner begann der Saft, nachdem täglich zweimal die Spindelenden abgetragen worden waren, zu fliessen. Es quollen hervor:

Von	10^h a. m.	10. Jänner	bis	10^h a. m.	11. Jänner	....	300 cm^3 Saft
»	10^h a. m.	11. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	11. »	....	165 »
	$1/2\,7^h$ p. m.	11. »	»	12^h m.	12. »	....	210 »
	12^h m.	12. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	12. »	....	70 »
	$7\,1/2^h$ p. m.	12. »	»	$1/2\,11^h$ a. m.	13. »	....	250 »
	$1/2\,11^h$ a. m.	13. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	13. »	....	236 »
»	$1/2\,7^h$ p. m.	13. »	»	10^h a. m.	14. »	....	305 »
»	10^h a. m.	14. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	14. »	....	185 »
	$1/2\,7^h$ p. m.	14. »	»	$1/2\,11^h$ a. m.	15. »	....	330 »
	$1/2\,11^h$ a. m.	15. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	15. »	....	275 »
»	$1/2\,7^h$ p. m.	15. »	»	$1/2\,12^h$ a. m.	16. »	....	310 »
»	$1/2\,12^h$ a. m.	16. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	16. »	....	225 »
»	$1/2\,7^h$ p. m.	16. »	»	$1/2\,11^h$ a. m.	17. »	....	375 »
»	$1/2\,11^h$ a. m.	17. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	17. »	....	332 »
	$1/2\,7^h$ p. m.	17. »	»	$1/2\,12^h$ a. m.	18. »	....	630 »
»	$1/2\,12^h$ a. m.	18. »	»	$1/2\,7^h$ p. m.	18. »	....	108 »
»	$1/2\,7^h$ p. m.	18. »	»	$1/2\,11^h$ a. m.	19. »	....	564 »

Während 9 Tagen quollen also 4870 cm^3 süssen Saftes hervor. Nun wurde, wie im vorhergehenden Versuch, der noch immer blutende ganze Blüthenstand abgeschnitten, die basale Schnittfläche der Hauptspindel in Wasser gestellt und im Laboratorium beobachtet. Trotzdem der Blüthenkolben vom Baume abgetrennt war, schieden die Spindeln Saft aus; nach und nach flossen in den nächsten 24 Stunden 67 cm^3 Saft aus, dann hörte der Ausfluss auf, da die Wundflächen durch auftretende Spaltpilze verstopft wurden. Nach Erneuerung der Schnittflächen an den Enden der Spindeln begann es wieder zu tropfen, es traten noch 10 cm^3 hervor. Dann starben die Spindeln ab, die männlichen Blüthen fielen massenhaft ab und das Bluten hörte nun vollends auf. Betonen will ich abermals, dass der auf dem Baume zurückbleibende Kolbenstummel nur wenige Tropfen Saft innerhalb der auf die Amputation folgenden 72 Stunden lieferte.

Es sei ferner ein Versuch mit einer Cocospalme mitgetheilt, der genau in derselben Weise wie die beiden vorhergehenden eingeleitet wurde, in welchem aber der blutende Blüthenkolben so lange beobachtet wurde, bis das Bluten spontan aufhörte. Ich wollte wissen, wie lange das Bluten eines Blüthenstandes überhaupt währt. Die Amputation der Spindeln wurde am 6. Jänner vollzogen. 4 Tage später setzte das Bluten ein. Ich sammelte an Saft:

Von $10\frac{1}{2}^h$ a. m.	10.	Jänner	bis	10^h a. m.	11.	Jänner	.... 168 *cm*³ Saft
» 10^h a. m.	11.	»	»	$\frac{1}{2}7^h$ p. m.	11.	»	.... 102 »
» $7\frac{1}{2}^h$ p. m.	11.	»	»	12^h m.	12.	»	.... 310 »
» 12^h m.	12.	»	»	$\frac{1}{2}7^h$ p. m.	12.	»	.... 60 »
» $\frac{1}{2}7^h$ p. m.	12.	»	»	$10\frac{1}{2}^h$ a. m.	13.	»	.... 250 »
» $10\frac{1}{2}^h$ a. m.	13.	»	»	$\frac{1}{2}7^h$ p. m.	13.	»	.... 135 »
» $\frac{1}{2}7^h$ p. m.	13.	»	»	10^h a. m.	14.	»	.... 270 »
« 10^h a. m.	14.	»	»	$\frac{1}{2}7^h$ p. m.	14.	»	.... 310 »
» $\frac{1}{2}7^h$ p. m.	14.	»	»	$\frac{1}{2}11^h$ a. m.	15.	»	.... 380 »
» $\frac{1}{2}11^h$ a. m.	15.	»	»	$\frac{1}{2}7^h$ p. m.	15.	»	.... 160 »
» $\frac{1}{2}7^h$ p. m.	15.	»	»	$\frac{1}{2}12^h$ a. m.	16.	»	.... 260 »
» $\frac{1}{2}12^h$ a. m.	16.	»	»	$\frac{1}{2}7^h$ p. m.	16.	»	.... 230 »
» $\frac{1}{2}7^h$ p. m.	16.	»	»	$\frac{1}{2}11^h$ a. m.	17.	»	.... 215 »
» $\frac{1}{2}11^h$ a. m.	17.	»	»	6^h p. m.	17.	»	.... 240 »
» 6^h p. m.	17.	»	»	$\frac{1}{2}12^h$ a. m.	18.	»	.... 210 »
» $\frac{1}{2}12^h$ a. m.	18.	»	»	6^h p. m.	18.	»	.... 92 »
» 6^h p. m.	18.	»	»	$\frac{1}{2}11^h$ a. m.	19.	»	.... 212 »
» $\frac{1}{2}11^h$ a. m.	19.	»	»	6^h p. m.	19.	»	.... 206 »
» 6^h p. m.	19.	»	»	$\frac{1}{2}11^h$ a. m.	20.	»	.... 222 »
» $\frac{1}{2}11^h$ a. m.	20.	»	»	6^h p. m.	20.	»	.... 170 »
» 6^h p. m.	20.	»	»	10^h a. m.	21.	»	.... 240 »
» 10^h a. m.	21.	»	»	6^h p. m.	21.	»	.... 36 »
» 6^h p. m.	21.	»	»	10^h a. m.	22.	»	.... 30 »
» 10^h a. m.	22.	»	»	6^h p. m.	22.	»	.... 0 »
» 6^h p. m.	22.	»	»	$\frac{1}{2}11^h$ a. m.	23.	»	.... 18 »
» $\frac{1}{2}11^h$ a. m.	23.	»	»	6^h p. m.	23.	»	.... 0 »
» 6^h p. m.	23.	»	»	10^h a. m.	24.	»	 0
							Zusammen... 4526 *cm*³ Saft.

Der angezapfte Blüthenstand blutete mithin 14 Tage, einer der vorhergehenden Versuche zeigt aber, dass die Blutung auch länger währen und reichlicher ausfallen kann.

Ein besonderes Interesse erheischt bei der Procedur des Kappens der Umstand, dass es nach der Verletzung des Blüthenkolbens nicht gleich zu einer Zuckersecretion kommt, sondern erst nach etwa 4—5 Tagen, und zwar nur dann, wenn nach der ersten Amputation täglich je zweimal (Früh und Abends) von jedem Spindelende wieder ein etwa 1 *cm* grosses Stück abgetragen wird.

Ich habe, weil ich diesen Umstand für sehr wichtig halte, mit anderen Cocospalmen Versuche gemacht und mich überzeugt, dass, wenn ein passender Blüthenstand in der angegebenen Weise amputirt wurde, jedoch nur einmal, und die

Schnittwunden nicht jeden folgenden Tag erneuert wurden, es niemals zu einer Blutung kam. Am 6. Jänner wurden zwei geeignete junge Blüthenstände gekappt. Bis 17. Jänner kam kein Tropfen hervor. An diesem Tage wurden die Enden der Spindeln in einer Länge von 1—2 *cm* neuerdings abgetragen. Bei der Untersuchung der abgeschnittenen Stücke zeigte sich, dass zahlreiche Gefässe an den verwundeten Enden durch eine gummöse Masse verstopft waren. Obwohl nun die Gefässenden durch die zweite Amputation geöffnet worden waren, trat kein Saft heraus.

Zu wiederholten Malen versicherte mir auch mein sundanesischer Diener, der die Procedur des Kappens vornahm, auf Grund seiner vieljährigen Erfahrung, dass das Fliessen des Saftes nur dann eintritt, wenn nach der Amputation täglich je zweimal die Spitzen der Spindeln von Neuem abgeschnitten wurden. Daraus, sowie aus meinen Versuchen, die mit den Angaben der Praxis übereinstimmen, gewann ich die Überzeugung, d a s s e s f ü r d e n E i n t r i t t d e r S a f t s e c r e t i o n b e i d e n C o c o s p a l m e n n o t h w e n d i g i s t, d i e a l t e n W u n d f l ä c h e n i n r e g e l m ä s s i g e r A u f e i n a n d e r f o l g e z u e r n e u e r n, e i n e r s e i t s u m e i n e V e r l e g u n g d e r G e f ä s s e d u r c h g u m m i a r t i g e S u b s t a n z e n u n d B a c t e r i e n z u v e r h i n d e r n, a n d e r s e i t s u m d e n W u n d r e i z z u e r n e u e r n u n d a u f e i n e r g e w i s s e n I n t e n s i t ä t z u e r h a l t e n. A u f d i e s e n W u n d r e i z a n t w o r t e t d e r B l ü t h e n s t a n d m i t e i n e m E r g u s s v o n Z u c k e r s a f t a u s d e n W u n d e n.

Wenn wir bedenken, dass bei Cocospalmen, und zwar auch bei solchen, deren Blüthenstände gerade bluten, unten am Stamme Bluten sich nicht beobachten lässt, wovon ich mich durch specielle Versuche überzeugte; dass ferner die Secretion nach der Anzapfung nicht sofort beginnt sondern erst nach 4—5 Tagen auf einen continuirlich ausgeübten Wundreiz hin; wenn wir überdies erwägen, dass der zurückbleibende Hauptstummel des Kolbens, falls der blutende Blüthenstand ganz abgetragen wird, nicht oder nur ganz wenig blutet, dass hingegen der abgeschnittene, also vom Baume ganz losgelöste Blüthenkolben 1—2 Tage noch weiter blutet und erhebliche Blutungsdrucke aufweist, so folgt mit Sicherheit, d a s s d i e

Secretion des Cocospalmweins nicht auf Wurzeldruck zurückzuführen ist, sondern der Blüthenstand selbst den osmotischen Herd darstellt, der die Blutung zunächst vermittelt.

Der junge, sich entwickelnde Blüthenstand wird in Anbetracht seiner grossen Masse ein Anziehungscentrum für zuströmende Baustoffe abgeben. Aber die osmotischen Kräfte, die hiebei in Action treten, erreichen noch nicht jene Höhe, um Blutung hervorzurufen, hiezu bedarf es eines fortgesetzten Wundreizes, der merkwürdigerweise den Blüthenkolben derart beeinflusst, dass es nunmehr sogar zum reichlichen Austritt von Zuckersaft kommt.

IV.

Versuche mit *Arenga saccharifera.*

Zu denjenigen Palmen, welche auf Java in grossem Massstabe zur Zuckergewinnung herangezogen werden, gehört die *Arenga saccharifera,* malayisch Areng oder Ano genannt. »Mit der Arengzuckerbereitung« — sagt Junghuhn[1] — »beschäftigen sich (im Jahre 1842) in den gebirgigen, $2^1/_2$—$3^1/_2$ Tausend Fuss hoch liegenden Gegenden von 6 Distrikten der Regentschaft Bandong 440 Familien oder 1585 Personen auf 159 Kochplätzen, die mit 334 grossen eisernen Pfannen versehen waren. Es wuchsen in den genannten Gegenden 20.779 Arengpalmen, wovon 3203 ruhten und keinen Saft gaben, 12.927 anfingen Saft zu geben und 4649 stark gezapft wurden. Aus diesem Safte wurden 1970 Pikul (à 125 Pfund) Zucker gekocht, wofür die Regierung bei der Ablieferung ins Packhaus 1 fl. 50 bis 90 Cents holl. bezahlte..... Ihr Saft wird gewonnen zur Zeit, wenn die Fruchtknoten zu schwellen anfangen. Der abwärts gebogene Stiel der Blüthen- (oder Frucht-) Trauben wird dann abgeschnitten und der herabträufelnde Saft in einem Bambusrohr aufgefangen. Ungefähr 4—6 Stunden nach dem Zapfen geht er in Gährung über und wird, seltener auf Java, häufiger

[1] Junghuhn F., Java, seine Gestalt, Pflanzendecke und innere Bauart. Leipzig, 1852, I, S. 293.

auf Sumatra, besonders in den Battaländern, als Palmwein getrunken und bildet einen angenehmen, säuerlich-süsslichen Trank, der wegen der Kohlensäure, die sich entwickelt, sehr erfrischend und, in zu grosser Menge genossen, berauschend ist.« Dass der aus der Palme hervorträufelnde Saft, den ich sowohl bei der Areng-, wie bei der Cocospalme so süss gefunden habe wie sehr süssen Traubenmost, so überaus rasch in Gährung übergeht, darf wohl nicht überraschen, wenn man sich die herrschende günstige Temperatur, zumal wenn das Bambusrohr von der Sonne getroffen wird, vor Augen hält. Das durch Räuchern »sterilisirte« Bambusrohr vermag begreiflicherweise die Gährung auch nicht zu hindern und ertheilt dem Saft einen Geruch und Geschmack nach Rauch. Der grosse Zuckergehalt des Saftes lockt zahlreiche Schmetterlinge und Käfer an, die in das Bambusrohr hineinfallen und hier ihren Tod finden.

Die Gomutipalme oder *Arenga* trägt auf einem struppigen Stamme eine aus wenigen, ziemlich aufrechten Fiederblättern bestehende unschöne Krone und producirt etwa nach dem zehnten Jahre männliche und weibliche Blüthenstände, die in gewaltigen verzweigten Kolben herabhängen. Sowohl die männlichen als die weiblichen Blüthenstände haben ein bedeutendes Gewicht, ein grosser Fruchtstand ein so bedeutendes, dass ein starker Mann seine ganze Kraft aufwenden muss, um denselben zu erheben.

Über die Saftgewinnung und die Procedur des Köpfens finden sich in der Literatur nur ganz kurze Bemerkungen vor, die aber, wie wir sehen werden, einen wichtigen Punkt nicht berühren. Nach Junghuhn genügt es, den Blüthenstand zur richtigen Zeit einfach abzuschneiden. Semler (l. c. S. 645) spricht sich darüber folgendermassen aus: »Sobald die Früchte an den weiblichen Blüthen, die keinen Saft liefern, angesetzt haben, werden die männlichen Blüthenzapfen einige Zoll über ihrer Basis abgeschnitten, und hierauf wird eine am Boden geschlossene Bambusröhre, die vorher ausgeräuchert wurde, um der Gährung entgegenzuwirken, zum Empfang des Saftes angehängt. Jeder Blüthenzapfen quillt ungefähr 3 Monate täglich 3 *l* Saft aus; inzwischen treibt ein anderer aus, der abgeschnitten

wird, wenn jener erschöpft ist; in dieser Weise wird mehrere Jahre ununterbrochen geerntet.«[1]

Es sei nun gleich bemerkt, dass auch bei dieser Schilderung auf einen wichtigen Umstand nicht Rücksicht genommen ist. Es ist nach meinen Beobachtungen und Erkundigungen auf Java üblich, den Kolbenstiel an seiner Basis, da, wo er noch keine Verzweigungen besitzt, vor der Amputation des Blüthenstandes zu klopfen. Der Hauptstiel des männlichen Blüthenstandes wird, bevor seine Blüthen sich öffnen, 4—5 Wochen, und zwar jede Woche einmal mit einem Holzhammer ringsherum mässig stark geklopft und gleich darauf hin- und hergebogen, gewissermassen massirt. In Folge des Klopfens erhält der Kolbenstiel braune Wundflächen. Sowie die Blüthen aufzubrechen beginnen und der Kolben in Folge dessen duftet, wird er etwa 30 *cm* über seiner Basis abgeschnitten, so dass nunmehr bloss der blüthenlose Stummel am Baume verbleibt.

An einer von mir gemietheten, mit fünf stattlichen Blüthenständen versehenen *Arenga*, deren Krone 13 *m* hoch in die Luft ragte, wurde am 26. Jänner ein männlicher geklopfter Blüthenstand gekappt. Die Schnittwunde des Stummels tropfte sofort,[2] in etwa je 2 Secunden kam ein Tropfen süssen Saftes hervor. Nun wurde ein ausgeräuchertes Bambusrohr darunter befestigt, täglich eine neue Schnittfläche an der Wunde gemacht und der abgetropfte Zuckersaft täglich zweimal, meist Abends und Morgens, gemessen.

Am 26. Jänner	Abends	betrug die ausfliessende Saftmenge	40 cm^3
» 27. »	Morgens	» » » »	50
» 27. »	Abends	» » » »	400
» 28. »	Morgens	» » » »	1050
» 28. »	Abends	» » » »	610

[1] Die Angabe in Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Palmen, S. 54, dass die Malayen aus den abgeschnittenen Kolben der *Arenga saccharifera* Palmwein bereiten, beruht wohl auf einem Versehen.

[2] In anderen Fällen lässt das Ausfliessen des Saftes noch einige Zeit (1—3 Tage) auf sich warten. Es wird dann die Wunde zum Schutze mit einem Blatte umbunden und jeden Tag die Wundfläche erneuert, bis der Saft hervorkommt. Als ich bei anderen *Arenga*-Exemplaren drei ungeklopfte Blüthenkolben köpfen liess, kam kein Saft hervor. Häufiger konnte ich leider den Versuch nicht ausführen.

Am 29. Jänner	Morgens betrug die ausfliessende Saftmenge	......	625 cm^3
» 29. »	Abends » » » »	......	1150
» 30. »	Morgens » » » »	......	1500
» 30. »	Abends » » » »	......	1330
» 31. »	Morgens » » » »	......	1300
» 31. »	Abends » » » »	......	1430
1. Februar	Morgens » » » »	......	1300
1. »	Abends » » » »	......	800
2. »	Morgens » » » »	......	1550
2. »	Abends » » » »	......	375
» 3. »	Morgens » » » »	......	610
» 3. »	Abends » » » »	......	850
» 4. »	Morgens » » » »	......	780
» 4. »	Abends » » » »	......	480
5. »	Morgens » » » »	......	500
6. »	Morg. u. Abends betrug die ausfliessende Saftmenge		860
7. »	» » » » » » »		460
» 8. »	» » » » » » »		0
9. »	» » » » » » »		0
10. »	» » » » » » »		0
		Zusammen...	18·050 l

An einer anderen *Arenga* wurde am 29. Jänner ein männlicher geklopfter Blüthenstand angezapft. Er tropfte sofort und lieferte:

Am 29. Jänner	Abends	440 cm^3	Saft
» 30. »	Morgens	675	»
» 30. »	Abends	500	»
» 31. »	Morgens	1080	»
» 31. »	Abends	1500	»
» 1. Februar	Morgens	2175	»
» 1. »	Abends	1400	»
» 2. »	Morgens	2900	»
» 2. »	Abends	1300	»
» 3. »	Morgens	3350	»
» 3. »	Abends	2050	»
» 4. »	Morgens	1350	»
» 4. »	Abends	1640	»
» 5. »	»	1440	»
» 6.	....	3600	»
» 7. »	....	2500	»
» 8. »	»	1140	»
» 9. »	»	700	»
» 10. »	»	175	»
» 11. »	»	0	»
	Zusammen...	29·915 l Saft.	

Wenn auch die Menge des ausgeflossenen Saftes nicht so gross war, als nach den Berichten zu erwarten gewesen wäre, und auch die Dauer des Ausflusses in meinen beiden Versuchen eine viel kürzere war, so kann die Menge des Blutungssaftes doch immerhin eine bedeutende genannt werden.

Auf S. 1254 wurden bereits einige Versuche mitgetheilt, welche zeigen, dass in einer Stammhöhe von 1—2 *m* kein Bluten eintritt. Auch bei den *Arenga*-Exemplaren, deren Blüthenstand angezapft war und reichlich Saft ausschied, blutete der Stamm unten in Manneshöhe nicht.

Wäre Wurzeldruck in erster Linie im Spiele, so müsste ja bei Zuckersaft ausscheidenden, angezapften Palmen der Saft auch unten und hier besonders reichlich austreten; da dies aber nicht der Fall ist, so folgt daraus, dass der osmotische Herd irgendwo anders zu suchen ist. Nach den vorliegenden Versuchen muss derselbe im oberen Stammkörper, wahrscheinlich inclusive dem Kolbenstummel seinen Sitz haben.

Die Manipulation des Klopfens in Verbindung mit der täglichen Erneuerung der Wundfläche spricht dafür, dass auch hier so wie bei *Cocos* ein Wundreiz eine wichtige Rolle spielt, der den im Stamme durch Auflösung der massenhaft angehäuften Stärke gebildeten Zucker zwingt, sich gegen die Wundfläche zu bewegen, und hier in der Umgebung des Stummels solche osmotische Druckkräfte auslöst, dass der Saft sich über die Wundfläche ergiesst.

Wie wir uns diesen Wundreiz zu denken haben, ist wohl heute nicht zu sagen. Doch ist seit langer Zeit bekannt, dass zu Wunden sich oft ein vermehrter Nahrungsstrom ergiesst, der dann die Entstehung neuer Gewebe und sogenannte Überwallungen und Callusbildung ermöglicht. Ein solcher Nahrungsstrom wird bei Palmen, die jahrelang Reservestoffe in Form von Zucker und Stärke im Stamme aufspeichern, besonders reich ausfallen und sich, da er nicht zur Bildung von Wundgeweben aufgebraucht wird, über die Wunde ergiessen können.

Die vorstehenden Untersuchungen und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen beziehen sich ausschliesslich auf *Cocos* und *Arenga*. Ob auch bei den anderen Wein liefernden

Palmen das Hervorquellen des Saftes durch die osmotische Kraft der oberen Stamm- oder der Blüthenstandszellen hervorgerufen wird und ob auch hier ein Wundreiz von Wichtigkeit ist, darüber kann ich nichts Bestimmtes aussagen, da darüber specielle Versuche fehlen. Nur auf einen Fall möchte ich hier noch zu sprechen kommen, der von Ch. Darwin erwähnt und an der Hand meiner Untersuchungen verständlicher wird. Darwin[1] erzählt von der im centralen Chile üblichen Syrupgewinnung aus Palmen — er meint wahrscheinlich die Honigpalme, *Jubaea spectabilis* — und schildert dieselbe mit folgenden Worten: »Diese Palmen sind, für ihre Familie, hässliche Bäume. Ihr Stamm ist sehr gross und von einer merkwürdigen Form, nämlich in der Mitte dicker als an der Basis und an der Spitze. Sie sind in einigen Theilen von Chile ganz ausserordentlich zahlreich und wegen einer Sorte Syrup, die man aus ihrem Safte bereitet, werthvoll. . . . . Jedes Jahr werden im zeitigen Frühjahr, im August, sehr viele umgeschlagen und, wenn der Stamm auf der Erde liegt, wird die Blätterkrone abgeschnitten. Der Saft beginnt dann sofort am oberen Ende auszulaufen und läuft einige Monate lang fort; es ist indess nöthig, jeden Morgen eine dünne Scheibe von diesem Ende abzuschneiden, um eine frische Oberfläche der Luft auszusetzen. Ein guter Baum gibt 90 Gallonen (409 *l*), und das Alles muss in den Gefässen des scheinbar trockenen Stammes enthalten gewesen sein. Man sagt, dass der Saft viel schneller an den Tagen ausfliesse, an welchen die Sonne recht mächtig ist, ebenso dass es absolut nothwendig ist, dafür Sorge zu tragen, dass beim Niederhauen des Baumes das obere Ende desselben nach der höheren Seite des Berges hin falle; denn wenn er nach abwärts falle, fliesse kaum irgend welcher Saft aus, trotzdem man doch meinen sollte, dass in diesem Falle das Ausfliessen durch die Wirkung der Schwerkraft unterstützt, anstatt gehindert werde. Der Saft wird durch Kochen eingedickt und wird dann Syrup genannt, dem er in Geschmack sehr ähnlich ist.«

Unter der Voraussetzung, dass die Saftgewinnung wirklich in der geschilderten Weise erfolgt, könnte man mit Sicherheit

[1] Ch. Darwin, Reise eines Naturforschers um die Welt. Deutsche Ausgabe von Carus, II. Aufl., S. 277. Stuttgart, 1899.

daraus ableiten, dass auch hier der Wurzeldruck — der blutende Stamm ist ja von der Wurzel getrennt — beim Ausfliessen keine Rolle spielt, sondern dass die osmotische Kraft in den Zellen des Stammes ihren Sitz hat. Wenn der Saft aus dem oberen Ende sofort nach der Amputation ausfliesst, bedarf es hier wohl kaum eines Wundreizes, und die tägliche Erneuerung der Schnittwunde hat wohl hier nur den Zweck, die durch schleimige Stoffe bewirkte Verlegung der Gefässe wieder aufzuheben und die Gefässenden offen zu erhalten.

Die Angabe, dass der gefällte Stamm nur blutet, wenn sein natürliches Ende tiefer liegt als seine Basis, klingt sehr merkwürdig und birgt, wenn sie richtig ist, sicherlich ein interessantes physiologisches Problem.[1]

V.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Viele Palmen (*Cocos nucifera*, *Phoenix dactylifera*, *Phoenix silvestris*, *Caryota urens*, *Borrassus flabelliformis*,

---

[1] Bekanntlich liefert auch *Agave americana*, wenn der Blüthenkopf, sobald er sich anschickt, sich zu verlängern und den Blüthenschaft zu bilden, abgeschnitten wird, gleichfalls viel Zuckersaft, aus dem das berauschende Nationalgetränk der Mexikaner, die Pulque, gewonnen wird. Eine sehr kräftige Agave gibt nach A. v. Humboldt täglich bis 7·5 *l* und dies durch 4 bis 5 Monate, so dass aus einem Exemplar 995 *l* (50.000 Kubikzoll) Saft gewonnen werden können (citirt in Meyer's Pflanzenphysiologie, II. Bd., S. 84—85, Berlin, 1838).

Offenbar liegt auch hier wie bei den Palmen eine periodische, mit der Blüthenproduction zusammenhängende Erscheinung vor, die auf Grund meiner Erfahrungen mit Palmen einmal von einem Physiologen namentlich daraufhin untersucht werden sollte, ob denn diese colossale Saftmenge durch den Wurzeldruck emporgetrieben wird. Es wäre meiner Meinung nach eine dankbare Aufgabe für einen in Mexico reisenden Botaniker, die Sache an Ort und Stelle zu untersuchen, da diese im Gebiete der Pulquegewinnung sich leicht entscheiden lassen müsste.

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass ich im Buitenzorger botanischen Garten eine grosse Agave sp., deren Blüthenschafthöhe 5·80 *m* betrug, deren Knospen aber sämmtlich noch nicht geöffnet waren, köpfen liess, ohne aber im Verlaufe der nächsten 14 Tagen einen Tropfen Saft hervorquellen zu sehen. Warum kein Saft ausfloss, ob vielleicht der Saft schon in seiner Entwicklung zu weit vorgeschritten war oder ob es in der mir nicht bekannten Species lag oder in einer anderen Ursache, weiss ich nicht zu sagen.

Arenga saccharifera, Elaeis guineensis, Jubaea spectabilis) scheiden, wenn ihre Blüthenstände verletzt oder ganz amputirt werden, oder wenn der Stamm unterhalb der Krone verwundet wird, reichlich Zuckersaft aus. Man hat bisher allgemein angenommen, dass dieses Bluten der Palmen als eine Folge von Wurzeldruck zu betrachten und in dieselbe Kategorie von Erscheinungen zu stellen sei, wie das im heimischen Klima bei Anbruch des Frühlings eintretende Bluten der Birke, des Weinstocks und des Ahorns.

Drei Umstände sprachen schon von vorneherein gegen diese Auffassung und mussten den Verdacht erwecken, dass sich die Sache nicht so verhalten dürfte. *a)* Wäre Wurzeldruck die Ursache, so müsste der Saft nicht bloss in der Krone, sondern auch an der Stammbasis aus Bohrlöchern fliessen, und hier noch viel reichlicher, weil der Druck, mit welchem der Saft von der Wurzel emporgetrieben wird, mit der Stammhöhe abnehmen muss. *b)* Hiezu kommt die bedeutende Höhe blühender Palmen: *Arenga saccharifera* erreicht eine Höhe bis 19 *m*, *Borassus flabelliformis* bis 22 *m* und *Cocos nucifera* nicht selten bis 28 *m*. Nach den gegenwärtigen Erfahrungen an unseren besten Blutern war es nicht sehr wahrscheinlich, dass sich Wurzeldruck bis auf so bedeutende Höhen hin noch mit Intensität geltend machen sollte. *c)* Und dies sollte im Gegensatz zum Bluten einheimischer Holzgewächse noch im Zustande völliger Belaubung selbst unter den günstigen Bedingungen für Transpiration der Fall sein.

2. Versuche mit *Cocos* und *Arenga* haben denn auch gelehrt, dass Wurzeldruck an der Stammbasis nicht oder kaum nachweisbar ist, und dass aus hier angebrachten Bohrlöchern selbst bei solchen Individuen, deren Blüthenkolben reichlich Zuckersaft ausschieden, kein Saft floss.

Die osmotische Kraft, welche den Zuckersaft hervorquellen macht, hat vielmehr ihren Hauptsitz bei *Cocos* im Blüthenstande selbst und bei *Arenga* in der oberen Stammpartie, wahrscheinlich in der nächsten Umgebung des Blüthenkolbens.

3. Wenn *Cocos* Palmwein liefern soll, so wird der junge, noch in der Scheide eingeschlossene, 1 *m* lange Blüthenstand nach Entfernung der Scheide an der Spitze gekappt, wodurch

die der Hauptspindel noch lose anliegenden Seitenspindeln decapitirt werden. Nach der Amputation fliesst nicht gleich Saft hervor. Nur wenn in den nächsten Tagen täglich zweimal die Schnittwunden erneuert werden, quillt am vierten oder fünften Tage Saft hervor. Wird dieser täglich erneuerte Wundreiz unterlassen, so unterbleibt das Bluten überhaupt.

Den schlagendsten Beweis dafür, dass die osmotische Kraft, welche den Saft aus der Wunde hervorpresst, nicht in der Wurzelkraft, sondern bei *Cocos* ihren Hauptsitz im Blüthenstand selbst hat, liefert die Thatsache, dass selbst ein abgeschnittener, vom Baume vollständig abgetrennter Blüthenkolben 1—2 Tage fortfährt zu bluten und nicht unbedeutende Blutungsdrucke entwickelt.

4. Während bei *Cocos* die Enden der Blüthenspindeln geköpft werden, wird bei *Arenga* der ganze männliche Blüthenkolben amputirt, so dass der Saft aus dem zurückbleibenden Stummel hervorquillt. Analog wie bei *Cocos* kommt auch hier reichlich Saft nur heraus, wenn der Kolbenstiel vor der Amputation mehrere Wochen hindurch jede Woche einmal mit einem Holzhammer geklopft wird. Es scheint also auch hier der durch die oftmalige Verwundung ausgeübte Wundreiz das reichliche Zuströmen von Zuckersaft zu veranlassen und sicherlich nicht der Wurzeldruck, da auch angezapfte *Arenga*-Palmen im unteren Theile des Stammes nicht bluten.

Anmerkung. In der II. Abhandlung meiner »Botanische Beobachtungen auf Java«, welche den Titel führt: »Über das Ausfliessen des Saftes aus Stammstücken von Lianen«, hätten in der einschlägigen Literaturübersicht auch einige Versuche berührt werden sollen, welche Strasburger in seinem inhaltsreichen Werke: Bau und Vorrichtungen der Leitungsbahnen, S. 822, Juni 1891, beschreibt.

Daselbst erwähnt Strasburger bereits, dass aus meterlangen Aststücken von *Wislaria* und *Aristolochia*, nachdem dieselben mit Wasser injicirt wurden, Wasser abfloss. Ferner berichtet er über einige Versuche mit *Cissus*, die auf seine Veranlassung A. F. W. Schimper in Buitenzorg angestellt, und die ich auf Grund meines ausgedehnten Untersuchungsmateriales im Wesentlichen bestätigen kann.